

## 明細書

### 流量制御装置を備えたガス供給設備からチャンバーへのガス分流供給装置及びガス分流供給方法

#### 技術分野

[0001] 本発明は、半導体製造装置等に於いて使用されるものであり、流量制御装置を備えたガス供給設備からチャンバーへガスを自動的に分流させて供給する方法の改良に関するものである。

#### 背景技術

[0002] 半導体製造装置のチャンバーへ供給するガスの流量制御には、圧力式流量制御装置と呼ばれる装置が広く利用されている。

図5は、シリコン酸化膜を形成するためのチャンバーCへ圧力式流量制御装置FCSを用いて処理用ガスGを供給する場合の一例を示すものであり、真空ポンプVpにより減圧されたチャンバーC内へ、圧力式流量制御装置FCSを通して所定流量Qの処理用ガスGが供給され、ガス放出器Dを通して支持装置I上のウェハーHへ向けて流量Qの処理用ガスGが放出されている。

[0003] 一方、前記圧力式流量制御装置FCSは、「臨界圧力条件である $P_1 > \text{約} 2 \times P_2$ が保持されているとき、オリフィスLを流通するガス流量Qは、オリフィス上流側のガス圧力 $P_1$ のみによって決まり、 $Q = CP_1$  ( $C$ はオリフィスLの口径やガス温度により決まる定数)なる関係式で表わされる。」ことを利用するものであり、コントロールバルブCVにより前記圧力 $P_1$ を調整することにより、オリフィスLの下流側の流量Qを所望の設定値に保持するようにしている。

尚、図5に於いて $P_0$ は処理用ガスGの供給圧力、 $P_M$ は圧力計、Fはフィルタ、CPUは演算ユニット、 $Q_s$ は流量設定の入力信号、 $Q_e$ は制御流量の出力信号である。

また、圧力式流量制御装置そのものは特開平8-338546号や特開平11-63265号等により公知であるため、ここではその詳細な説明は省略する。

[0004] 上記圧力式流量制御装置FCSでは、前述の通りオリフィス上流側のガス圧力 $P_1$ とオリフィス下流側のガス圧力 $P_2$ とが前記臨界圧力条件の枠内にあることが必須条件と

なっており、例えば、オリフィス上流側のガス圧力 $P_1$ に比較してオリフィス下流側のガス圧力 $P_2$ の上昇が大きいと、臨界膨張圧力条件が崩れて流量制御が不能になると云う難点がある。

また、オリフィス下流側の圧力 $P_2$ が上昇し、 $P_1/P_2$ が前記臨界圧力条件の限界値に近づいてくると、現実には流量制御精度が低下する。そのため、オリフィス下流側の圧力 $P_2$ が上昇すると、使用可能な流量制御範囲が制約されると云う難点がある。

[0005] このように、圧力式流量制御装置によるガス流量の制御には、オリフィスLの下流側の圧力 $P_2$ が上昇したときに様々な問題を生ずるという難点があるものの、当該圧力式流量制御装置FCSを用いたチャンバーへのガス供給方法は、高精度なガス流量制御を簡単に行えるうえ、ガス供給源に高精度な圧力調整装置を別に設ける必要が無いため、ガス供給設備費の大幅な引下げが可能となり、優れた実用的効用を有するものである。

[0006] 一方、近年半導体製造に用いるシリコンウェハーの外径が大きくなりつつあり、例えばウェハーHの外径が300mm  $\phi$ になれば、ウェハーの中心部(センター部分)と外周縁部(エッジ部分)への処理ガスの供給量を、夫々個別に調整する必要が生じてくる。

これに対応する方策として、前記センター部分への処理ガスの供給とエッジ部分への処理ガスの供給を、図6に示すように夫々別個の供給ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ を用いて行うようにすれば、圧力式流量制御装置FCSを用いたガス供給ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ であってもガス供給源Sから所定の流量 $Q_1$ 、 $Q_2$ でもって処理ガスGを問題なく供給することが出来る。

[0007] しかし、一基のチャンバーCに対して、夫々独立した圧力式流量制御装置 $FCS_1$ 、 $FCS_2$ を有するガス供給ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ を用いたガスの供給を行うことは、半導体製造設備の大形化や設備費の高騰を招くだけでなく、メンテナンス等にも手数が掛かることになり、好ましい方策ではない。

[0008] そのため、図7に示すように、一基の圧力式流量制御装置FCSから二系統のガス供給ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ を分岐させ、各ガス供給ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ に設けた流量制御弁 $V_1$ 、 $V_2$ を調整することにより、各ガス供給ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ の流量 $Q_1$ 、 $Q_2$ を制御するよう

にした方が望ましいことになる。

[0009] 而して、現在汎用されているガス供給設備の圧力式流量制御装置FCSには、一般に、オリフィス下流側圧力P<sub>2</sub>が0～100Torrの範囲で最適状態の使用が可能な流量制御特性のものが、多く使用されている。そのため、これ等の圧力式流量制御装置FCSに於いては、前述したようにオリフィス下流側圧力P<sub>2</sub>が約100Torrを超えると、流量制御精度の点から流量制御範囲が大幅に制限されることになる。

[0010] 例えば、いま図7に於いて、流量Q=300SCCMの処理ガスGを供給ラインGL<sub>1</sub>及び供給ラインGL<sub>2</sub>を通してQ<sub>1</sub>=130SCCM、Q<sub>2</sub>=170SCCMの流量でチャンバーCへ供給するとする。もしも、ガス供給設備が圧力式流量制御装置FCSを用いないガス供給設備であれば、先ず流量制御弁V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>を閉にし、次に流量制御装置の処理ガス流量をQ=300SCCMに設定したあと、制御弁V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>の開度を調整して、自動又は流量計(図示省略)を参照しつつ各流量Q<sub>1</sub>、Q<sub>2</sub>を設定値に調整する方法を採用することができる。

[0011] しかし、ガス供給設備の流量制御装置に、図7のように圧力式流量制御装置FCSが用いられている場合には、両制御弁V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>を全閉にした状態で先ず圧力式流量制御装置FCSの流量Q(300SCCM)を設定し、その後、両制御弁V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>の開度を調整して各分岐供給ラインGL<sub>1</sub>、GL<sub>2</sub>の流量Q<sub>1</sub>(130SCCM)及びQ<sub>2</sub>(170SCCM)を高精度でもって迅速に調整することは困難である。

何故なら、両制御弁V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>の開度が低いときには両制御弁V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>の上流側圧力P<sub>2</sub>が上昇し、P<sub>1</sub>／P<sub>2</sub>の値が前記圧力式流量制御装置FCSの臨界圧力条件の限界値から外れる可能性があり、その結果、圧力式流量制御装置FCSによる制御流量Qそのものが、設定流量(Q=300SCCM)から大きく異なる流量値となるからである。

[0012] そこで本願発明者等は上記課題を解決するため、ガス供給設備からのチャンバーへのガス分流供給方法を開発し、これを特願平2002-161086号として出願した。

[0013] これは、従前のこの種のガス供給設備からのガスの分流供給制御に於ける常とう手段、即ち分岐ラインに介設した各流量制御弁V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>を全閉又は全閉に近い状態から順次開放して行くと云う方策から発想を全く転換し、両方の流量制御弁V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>を全開又は全開に近い状態としたところから、両流量制御弁V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>を閉鎖方向へ向けて段

階的に開度調整することにより、圧力式流量制御装置FCSによって総流量Qを高精度で流量制御しつつ、各分岐ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ に設けた圧力式分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ によって各ラインの流量 $Q_1$ 、 $Q_2$ を、迅速且つ高精度で所望の流量比 $Q_1/Q_2$ に調整するようにしたものである。

[0014] この方法によれば、圧力式流量制御装置FCSを備えたガス供給設備からの処理用ガスであっても、分流時に圧力式流量制御装置FCSのオリフィス下流側の圧力 $P_2$ が大幅に上昇することが皆無となり、結果として総流量Qを、圧力式分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ による分流制御と無関係に、正確に所望流量値Qに制御することが可能となる。その結果、圧力式流量制御装置FCSの優れた特性を活かすことができ、極めて迅速且つ正確に、しかも数多くの流量比 $Q_2/Q_1$ について、分流制御を行うことが可能となった。

[0015] 前記の通り、特願平2002-161086号の方法によれば、各分岐ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ の流量 $Q_1$ 、 $Q_2$ を迅速且つ高精度で所望の流量比 $Q_1/Q_2$ に調整することが可能となった。しかしながら、一方で、この方法では、圧力式流量制御装置FCSの他に、2台の圧力式分流量制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ を用い、両方の圧力を調整するようにしているために制御が複雑化するうえ、設備費が高価になるという新たな問題が生じていた。

特許文献1:特開平8-338546号公報

特許文献2:特開平11-632656号公報

## 発明の開示

### 発明が解決しようとする課題

[0016] 本発明は、従前の図7に示したようなガス供給設備からチャンバーへガスを分流して供給させる方法においては、制御弁 $V_1$ 、 $V_2$ の開度が小さいときに制御弁 $V_1$ 、 $V_2$ の上流側の圧力 $P_2$ が上昇することになり、臨界圧力条件が限界値から外れて流量制御の精度が低下すると云う問題を解決しようとするものである。

また、本発明は、新たに開発した特願平2002-161086号の技術では、圧力式流量制御器FCSの他に2台の圧力式分流制御器 $FV_1$ 、 $FV_2$ を必要とするため、設備費が高くつくうえ、流量制御が複雑になり過ぎると云う問題を解決しようとするものである。

。

## 課題を解決するための手段

[0017] 本願発明者等は、上記課題を解決するために、構造が簡単で安価に製造することができ、しかも正確且つ迅速に、ガス供給設備からチャンバーへガスを分流供給できるようにしたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流供給装置及びガス分流供給方法を開発した。

[0018] 請求項1の発明は、流量制御装置QCSを備えたガス供給設備1から所定流量QのガスGを、複数の分岐供給ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ 及びその端末に固定したシャワープレート3、4を通してチャンバーC内へ、所定の流量比 $Q_1/Q_2$ でもって分流供給する装置に於いて、前記複数の分岐供給ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ には、夫々開閉弁 $OV_1$ 、 $OV_2$ を介設し、開閉弁 $OV_1$ の下流側にあって分岐供給ライン $GL_1$ から分岐したバイパスライン $BL_1$ と、開閉弁 $OV_2$ の下流側にあって分岐供給ライン $GL_2$ から分岐したバイパスライン $BL_2$ と、前記バイパスライン $BL_1$ とバイパスライン $BL_2$ に接続した圧力式分流量制御器 $F$ と、分岐供給ライン $GL_1$ 内の圧力を測定する圧力センサー $PS_1$ と、分岐供給ライン $GL_2$ 内の圧力を測定する圧力センサー $PS_2$ とを介設したことを発明の基本構成とするものである。

[0019] 請求項2の発明は、請求項1の発明に於いて、所定の流量比 $Q_1/Q_2$ を達成するための分岐供給ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ の設定圧力 $PI_1$ 又は $PI_2$ のうちの何れか一つの設定圧力と、これに対応する圧力センサー $PS_1$ 又は圧力センサー $PS_2$ により測定した分岐供給ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ の実際の圧力 $PT_1$ 又は $PT_2$ とを比較し、分岐供給ラインの実際の圧力と、所定の流量比 $Q_1/Q_2$ を達成するための設定圧力との差が減ずる方向に、圧力式分流量制御器 $F$ の開度を制御する制御装置 $CT$ とを備えたことを発明の基本構成とするものである。

[0020] 請求項3の発明は、請求項1又は請求項2の発明に於いて、開閉弁 $OV_1$ と開閉弁 $OV_2$ を空気作動式の開閉弁とし、開閉弁 $OV_1$ と開閉弁 $OV_2$ への作動用空気を供給する切替弁 $SV$ を備えたことを発明の基本構成とするものである。

[0021] 請求項4の発明は、請求項1、請求項2又は請求項3の発明に於いて、開閉弁 $OV_1$ と開閉弁 $OV_2$ を一体としたことを発明の基本構成とするものである。

[0022] 請求項5の発明は、請求項1、請求項2、請求項3又は請求項4の発明に於いて、

流量制御装置QCSに圧力式流量制御装置FCSを用いたことを発明の基本構成とするものである。

[0023] 請求項6の発明は、流量制御装置QCSを備えたガス供給設備1から所定流量QのガスGを複数の分岐供給ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ 及びその端末に固定したシャワープレート3、4を通して、チャンバーC内へ所定の流量比 $Q_1/Q_2$ でもって分流供給する方法であって、前記複数の分岐供給ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ には、夫々開閉弁 $OV_1$ 、 $OV_2$ を介設し、開閉弁 $OV_1$ の下流側にあって分岐供給ライン $GL_1$ から分岐したバイパスライン $BL_1$ と、開閉弁 $OV_2$ の下流側にあって分岐供給ライン $GL_2$ から分岐したバイパスライン $BL_2$ と、バイパスライン $BL_1$ とバイパスライン $BL_2$ に接続した圧力式分流量制御器FVとを介設し、更に分岐供給ライン $GL_1$ 内の圧力を測定する圧力センサー $PS_1$ と、分岐供給ライン $GL_2$ 内の圧力を測定する圧力センサー $PS_2$ とを介設すると共に、供給流量の大きい方の分岐供給ラインの開閉弁を開き、前記圧力式分流量制御器FVの開度を調整することにより、供給流量の多い方の分岐供給ラインからの供給流量の小さい方の分岐供給ラインへの流量を調整することにより、分岐供給ライン $GL_1$ 及び分岐供給ライン $GL_2$ の圧力を調整し、所望の分流流量 $Q_1$ 、 $Q_2$ でもって前記チャンバーC内へ総量 $Q=Q_1+Q_2$ のガスを分流供給することを発明の基本構成とするものである。

[0024] 請求項7の発明は、請求項6の発明に於いて、所定の流量比 $Q_1/Q_2$ を達成するための分岐供給ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ の設定圧力 $PI_1$ 又は $PI_2$ のうちの何れか一つの設定圧力と、これに対応する圧力センサー $PS_1$ 又は圧力センサー $PS_2$ により測定した分岐供給ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ の実際の圧力 $PT_1$ 又は $PT_2$ とを比較し、分岐供給ラインの実際の圧力と、所定の流量比 $Q_1/Q_2$ を達成するための設定圧力との差が減ずる方向に、圧力式分流量制御器FVの開度を制御するようにしたものである。

[0025] 請求項8の発明は、請求項6又は請求項7の発明に於いて、開閉弁 $OV_1$ と開閉弁 $OV_2$ を空気作動式の開閉弁とし、開閉弁 $OV_1$ と開閉弁 $OV_2$ への作動用空気を供給する切替弁SVを介設し、切替弁SVにより供給流量の大きい方の分岐供給ラインの開閉弁を開くようにしたものである。

[0026] 請求項9の発明は、請求項6、請求項7又は請求項8の発明に於いて、流量制御装置QCSに圧力式流量制御装置を用いるようにしたものである。

## 発明の効果

[0027] 本装置発明では、流量制御装置QCSを備えたガス供給設備1から所定流量QのガスGを複数の分岐供給ラインGL<sub>1</sub>、GL<sub>2</sub>及びその端末に固定したシャワープレート3、4を通してチャンバーC内へ所定の流量比Q<sub>2</sub>／Q<sub>1</sub>でもって分流供給する装置において、前記ガス供給設備1とチャンバーCとの間に、前記複数の分岐供給ラインGL<sub>1</sub>、GL<sub>2</sub>に夫々介設した開閉弁OV<sub>1</sub>、OV<sub>2</sub>と、開閉弁OV<sub>1</sub>の下流側にあって分岐供給ラインGL<sub>1</sub>から分岐したバイパスラインBL<sub>1</sub>と、開閉弁OV<sub>2</sub>の下流側にあって分岐供給ラインGL<sub>2</sub>から分岐したバイパスラインBL<sub>2</sub>と、バイパスラインBL<sub>1</sub>とバイパスラインBL<sub>2</sub>に接続した圧力式分流量制御器FVと、分岐供給ラインGL<sub>1</sub>内の圧力を測定する圧力センサーPS<sub>1</sub>と、分岐供給ラインGL<sub>2</sub>内の圧力を測定する圧力センサーPS<sub>2</sub>とから成る分流制御装置2を介設し、分岐供給ラインGL<sub>1</sub>、GL<sub>2</sub>の端末に固定したシャワープレート3、4を通して、所定流量QのガスをチャンバーC内へ所定の流量比Q<sub>1</sub>／Q<sub>2</sub>でもって分流供給する構成とした、流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流供給装置を提供している。

その結果、極めて迅速且つ正確に、しかも数多くの流量比Q<sub>2</sub>／Q<sub>1</sub>について、1台のみの圧力式分流量制御器を使用して圧力制御が行えるようになり、設備費が安価になるという優れた効果が得られる。

[0028] また、本方法発明では、流量制御装置QCSを備えたガス供給設備1から所定流量QのガスGを複数の分岐供給ラインGL<sub>1</sub>、GL<sub>2</sub>及びその端末に固定したシャワープレート3、4を通して、チャンバーC内へ所定の流量比Q<sub>1</sub>／Q<sub>2</sub>でもって分流供給する方法であって、前記ガス供給設備1とチャンバーCとの間に、前記複数の分岐供給ラインGL<sub>1</sub>、GL<sub>2</sub>に夫々介設した開閉弁OV<sub>1</sub>、OV<sub>2</sub>と、開閉弁OV<sub>1</sub>の下流側にあって分岐供給ラインGL<sub>1</sub>から分岐したバイパスラインBL<sub>1</sub>と、開閉弁OV<sub>2</sub>の下流側にあって分岐供給ラインGL<sub>2</sub>から分岐したバイパスラインBL<sub>2</sub>と、バイパスラインBL<sub>1</sub>とバイパスラインBL<sub>2</sub>に接続した圧力式分流量制御器FVと、分岐供給ラインGL<sub>1</sub>内の圧力を測定する圧力センサーPS<sub>1</sub>と、分岐供給ラインGL<sub>2</sub>内の圧力を測定する圧力センサーPS<sub>2</sub>とから成る分流制御器2を介設すると共に、供給流量の大きい方の分岐供給ラインの開閉弁を開き、前記圧力式分流量制御器FVの開度を調整することにより、供給流量

の多い方の分岐供給ラインから供給流量の小さい方の分岐供給ラインへ流れるガス流量を調整することにより、分岐供給ライン $GL_1$ 及び分岐供給ライン $GL_2$ の圧力を調整し、所望の分流流量 $Q_1$ 、 $Q_2$ でもって前記チャンバーC内へ総量 $Q = Q_1 + Q_2$ のガスを分流供給することを特徴とする、流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流方法を提供している。

その結果、極めて迅速且つ正確に、しかも数多くの流量比 $Q_2/Q_1$ について、1台のみの圧力式分流量制御器を使用して圧力制御が行えるようになり、設備費が安価になることに加え、制御が容易にできるという優れた効果が得られる。

### 図面の簡単な説明

[0029] [図1]本発明に係る流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流供給装置を用いたガス分流制御方法を説明する全体系統図である。

[図2]圧力式分流量制御器FVの基本構成図である。

[図3]図1の分流供給に於いて、使用するシャワープレート3、4の組合せをパターン1とした場合の、設定圧力( $PI_1$ 、 $PI_2$ )と分流比 $Q_2/Q_1$ との関係を示す線図(計算値)である。

[図4]使用するシャワープレート3、4の組合せをパターン2とした場合の、図5と同一の関係を示す線図(計算値)である。

[図5]従前の圧力式流量制御装置FCSを用いたチャンバーCへの処理ガスの供給方法を示す説明図である。

[図6]単独のガス供給源Sから複数の圧力式流量制御装置を用いてチャンバーCへ処理ガスを分流供給する場合の、説明図である。

[図7]圧力式流量制御装置を備えたガス供給源から、制御弁を用いてチャンバーCへ処理ガスを分流供給する場合の説明図である。

### 符号の説明

[0030]  $BL_1$ ・ $BL_2$ はバイパスライン、Cはチャンバー、Dはガス放出器、Dcはセンターパート用ガス放出器、Deはエッジ部用ガス放出器、FVは圧力式分流量制御器、 $GL_1$ はセンターパート用分岐供給ライン、 $GL_2$ はエッジ部用分岐供給ライン、 $OV_1$ ・ $OV_2$ は開閉弁、 $PT_1$ ・ $PT_2$ は分岐供給ラインの圧力、 $P_3$ はチャンバー内の圧力、 $PS_1$ ・ $PS_2$ は分岐供給ライ

ンの圧力センサー、QCSは流量制御装置、SVは電気切替弁、1はガス供給設備、2は分流制御装置、3はセンターパート用ガス放出器のシャワープレート、3aはシャワープレートに設けたオリフィス孔、4はエッジ部用ガス放出器のシャワープレート、4aはシャワープレートに設けたオリフィス孔である。

### 発明を実施するための最良の形態

[0031] 以下、図面に基づいて本発明の実施形態を説明する。

図1は、本発明による流量制御装置QCSを備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流供給装置及びガス分流供給方法を説明する全体系統図である。

図1に於いて、1はガス供給設備であり、処理用ガスGの供給源Sとガス元弁VOと流量制御装置QCS等から形成されている。

また、2は分流制御装置であり、圧力式分流量制御器FV及び通信制御回路CT等から形成されている。

[0032] 更に、図1に於いて、Cはチャンバー、Dはガス放出器、Dcはセンターパート用ガス放出器、Deはエッジ部用ガス放出器、GL<sub>1</sub>はセンターパート用分岐供給ライン、GL<sub>2</sub>はエッジ部用分岐供給ライン、Qは総ガス量、Q<sub>1</sub>・Q<sub>2</sub>は分流流量、PT<sub>1</sub>・PT<sub>2</sub>は分岐供給ラインGL<sub>1</sub>・GL<sub>2</sub>の圧力、P<sub>3</sub>はチャンバーC内の圧力、PS<sub>1</sub>・PS<sub>2</sub>は分岐供給ラインGL<sub>1</sub>・GL<sub>2</sub>の圧力センサー、3はセンターパート用ガス放出器Dcのシャワープレート、3aはシャワープレートに設けたオリフィス孔、4はエッジ部用ガス放出器Deのシャワープレート、4aはシャワープレートに設けたオリフィス孔である。

[0033] 加えて、図1に於いてEL<sub>1</sub>・EL<sub>2</sub>は通信制御回路CTと圧力センサーPS<sub>1</sub>・PS<sub>2</sub>との信号接続ライン、EL<sub>3</sub>は通信制御回路CTと圧力式分流量制御器FVとの信号接続ライン、EL<sub>4</sub>は通信制御回路CTと電気切替弁SVとの信号接続ライン、T<sub>1</sub>は電源・信号入力端子である。

[0034] 前記ガス供給設備1は、処理用ガス供給源S及び複数の流量制御装置QCS等から形成されている。流量制御装置QCSは流量を正確且つ迅速に制御できるもので有れば良いが、ここでは流量制御装置QCSには、前記図5に示した圧力式流量制御装置FCSを使用している。圧力式流量制御装置FCSの制御装置(CPU)へ所定の流量設定信号Qsを入力することにより、コントロールバルブCVによってオリフィスL

の上流側圧力 $P_1$ が調整され、オリフィス下流側の流量 $Q$ が自動的に設定流量 $Q_s$ に調整される。

また、制御装置(CPU)からは、調整された流量に対応する制御流量出力信号 $Q_e$ が出力され、万一、流量設定入力信号 $Q_s$ と前記制御流量信号 $Q_e$ との間の偏差が規定時間を越えてオーバーすれば、図5には図示されていないが、後述するようにCPUから入・出力偏差異常信号が発信される。

- [0035] 前記分流制御装置2は、複数の開閉弁 $OV_1$ 、 $OV_2$ と、圧力式分流量制御器FVと、これ等を制御する通信制御回路CTと、 $OV_1$ 、 $OV_2$ を開閉するための電気切替弁SV、分岐ラインの末端に接続されたオリフィスプレート3、4等から形成されている。
- [0036] 前記圧力式分流制御器FVは、図2に示すようにコントロールバルブCVとコントロールバルブCVの駆動制御部(CPU)等から形成されており、通信制御回路CTからのライン $EL_3$ を通して入力される制御信号により駆動制御部(CPU)を介してコントロールバルブCVの開度が調整される。

尚、図2の本実施態様では、前記圧力式分流量制御器FVのコントロールバルブCVにはピエゾ駆動ストローク増幅型のメタルダイアフラムバルブが使用されており、流量 $Q_1$ ・ $Q_2$ が大流量の場合でも容易に対応できるようにしている。

- [0037] 尚、シャワープレート3のオリフィス孔3a及びシャワープレート4のオリフィス孔4aを通してチャンバーC内へ処理用ガスGを供給する場合、分流流量 $Q_1$ および $Q_2$ の制御は、流量制御装置FCSのオリフィスと同様に、チャンバーC内の圧力 $P_3$ とセンター部用オリフィスプレート3のオリフィス孔3aより上流側の圧力 $PI_1$ との間に $PI_1 > 2P_3$ の関係が保持されていれば、 $PI_1$ を調整することにより、 $Q_1 = C_1 PI_1$ によって分流流量 $Q_1$ が制御されることになる。

同様に、チャンバーC内の圧力 $P_3$ とエッジ部用オリフィスプレート4のオリフィス孔4aより上流側の圧力 $PI_2$ との間に $PI_2 > 2P_3$ の関係が保持されていれば、 $PI_2$ を調整することにより、 $Q_2 = C_2 PI_2$ によって分流流量 $Q_2$ が制御されることになる。ここで $C_1$ ・ $C_2$ はオリフィス孔3a・4aの断面積やその形態、ガス温度等から決まる定数である。

- [0038] 図1を参照して、前記通信制御回路CTは、電源・信号入力端子 $T_1$ が設けられており、信号接続ライン $EL_3$ ・ $EL_4$ を介して、圧力式分流量制御器FV、電気切替弁SVと

に接続されている。

[0039] 開閉弁OVは空気作動式で、駆動用空気が供給されない状態では開状態となるノーマルオープンタイプとなっているが、通常、分流量制御装置2が停止状態の場合は、両開閉弁OVは閉じられている。

[0040] 通信制御回路CTは、電源・信号入力端子T<sub>1</sub>を介して起動信号、総流量Q、所望の流量比Q<sub>2</sub>／Q<sub>1</sub>、シャワープレート3、4の組み合せパターン等が入力されると、表1に示される設定圧力比PI<sub>2</sub>／PI<sub>1</sub>によるパターンの通り、設定圧力PI<sub>1</sub>、PI<sub>2</sub>のうち設定圧力が低く設定されている分岐供給ラインを、制御対象分岐供給ラインとし、残る一方の分岐供給ラインは非制御対象分岐供給ラインとする。

通信制御回路CTは、非制御対象分岐供給ラインの開閉弁を開き、制御対象分岐供給ラインの開閉弁を閉じる。

更に、通信制御回路CTは、与えられた総流量Qと流量比からQ<sub>1</sub>及びQ<sub>2</sub>の値を求める。

[0041] [表1]

各設定圧力比一制御対象・開閉弁作動指示

設定圧力比 PI <sub>2</sub> ／PI <sub>1</sub>	制御対象 PI <sub>1</sub>	開閉弁作動指示	
		OV <sub>1</sub>	OV <sub>2</sub>
> 1	PI <sub>1</sub>	閉	開
= 1	NONE	開	開
< 1	PI <sub>2</sub>	開	閉

[0042] 通信制御回路CTへ所定の信号を入力することにより、圧力式分流量制御器FVによって制御対象分岐供給ライン側の圧力PTが調整される。

即ち、通信制御回路CTは、制御対象分岐供給ラインの圧力センサーPSにより測定され、送られてきた圧力信号により、設定圧力と実際の圧力との対比を開始し、この差を減ずる方向に分流量制御器FVの開度を調整するよう信号を出す。具体的には、対比した結果、実際の圧力が設定圧力より低い場合には、分流量制御器FVの

開度を上げ、制御対象分岐ラインの圧力PTを上昇させる。逆に対比した結果、実際の圧力が設定圧力より高い場合には、分流量制御器FVの開度を下げ、制御対象分岐ラインの圧力PTを上昇させる。

[0043] 尚、設定圧力は予め、各シャワープレートの各供給流量と圧力の関係から計算により求められる。

又、設定圧力比は分岐供給ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ への供給流量比 $Q_2/Q_1$ を基にして計算された結果から表2及び表3に示す通りに求められる。

[0044] [表2]

各流量比に対する[設定圧力比・分流量制御対象・開閉弁動作指示] パターン1

流量比 $Q_2/Q_1$	設定圧力比 $PI_2/PI_1$	分流量制御対象	開閉弁作動指示	
			$OV_1$	$OV_2$
4/1	2. 079 > 1	$PI_1$	閉	開
3/1	1. 795 > 1	$PI_1$	閉	開
2/1	1. 473 > 1	$PI_1$	閉	開
1/1	1. 041 > 1	$PI_1$	閉	開
1/2	0. 736 < 1	$PI_2$	開	閉
1/3	0. 601 < 1	$PI_2$	開	閉
1/4	0. 520 < 1	$PI_2$	開	閉

[0045] [表3]

各流量比に対する[設定圧力比・分流量制御対象・開閉弁動作指示] パターン2

流量比 $Q_2/Q_1$	設定圧力比 $P_{I_2}/P_{I_1}$	分流量制御対象	開閉弁作動指示	
			$OV_1$	$OV_2$
4/1	2.008 > 1	$P_{I_1}$	閉	開
3/1	1.795 > 1	$P_{I_1}$	閉	開
2/1	1.473 > 1	$P_{I_1}$	閉	開
1/1	1.041 > 1	$P_{I_1}$	閉	開
1/2	0.736 < 1	$P_{I_2}$	開	閉
1/3	0.601 < 1	$P_{I_2}$	開	閉
1/4	0.520 < 1	$P_{I_2}$	開	閉

[0046] 本実施形態では、各ガス放出器Dc、Deのシャワープレート(オリフィスプレート)3、4は、前記センター部用シャワープレート3として420個のオリフィス孔3aを有するものDc<sub>1</sub>と、480個のオリフィス孔3aを有するものDc<sub>2</sub>の二種類が用意されている。同様にエッジ部用シャワープレート4としてオリフィス孔4aが360個のものDe<sub>1</sub>と476個のものDe<sub>2</sub>が二種類用意されている。

[0047] さらに、本実施形態では、前記流量比 $Q_2/Q_1$ は1/1、1/2、1/3、1/4、2/1、3/1及び4/1の何れかに設定可能であり、これを基にして演算した設定圧力(若しくはガス供給チャンバー側から指定された設定圧力)、設定圧力比が入力端子T1へ入力される。

[0048] 前記、表2及び表3に記載の設定圧力、設定圧力比は、後述するように、各分岐ガス供給ラインの末端に接続されるシャワープレート3、4のオリフィス孔3a・4aの口径やその数から、前記所定の流量 $Q_1$ 、 $Q_2$ のガスGを放出させるのに必要とするオリフィス孔3a・4aの上流側の設定圧力 $P_{I_1}$ と $P_{I_2}$ を演算により求めたもの、及び、更にその演算した必要とする上流側の設定圧力 $P_{I_2}$ と $P_{I_1}$ から演算して求めた比 $P_{I_2}/P_{I_1}$ を示すものである。

[0049] 前記シャワープレート3、4の組み合せとしては420個のオリフィス孔3aを有するシャワープレート3と360個のオリフィス孔4aを有するシャワープレート4との組み合せ(以

下パターン1と呼ぶ)及び480個のオリフィス孔3aを有するシャワープレート3と476個のオリフィス孔4aを有するシャワープレート4との組み合せ(以下パターン2と呼ぶ)の二種類が予め決められている。

[0050] 尚、ここでは、上記分流流量 $Q_1$ 、 $Q_2$ 及び圧力 $PI_1$ 、 $PI_2$ との関係を下記のコンダクタンスの計算式を用いて演算している。

即ち、管路に流れるガスの流量Qは、 $Q = C \times (P_1 - P_2) \cdots (1)$ 、 $C = 182 \times D_4 \times (P_1 + P_2) / 2 \times 1 / L \cdots (2)$ として表される。但し、Cはコンダクタンス( $L/sec$ )、Dは配管径(cm)、Lは配管長さ(cm)、 $P_1$ は配管上流圧(Torr)、 $P_2$ は配管下流圧(Torr)、Qは流量(Torr·L/sec)である。

上記(1)及び(2)に於いて、Dとしてシャワープレートのオリフィス孔の外径を、Lとしてシャワープレートのオリフィス孔の長さを、下流側圧力 $P_2$ としてチャンバー内圧( $P_3 = 0.015$ Torr)を、流量Qとしてオリフィス孔1個当りの流量を夫々用いることにより、シャワープレートの上流側の内圧( $PI_1$ 及び $PI_2$ )を演算したものである

[0051] また、図3は、センターパート用ガス放出器Dcのシャワープレート3として内径0.2mm $\phi$ のオリフィス孔420個を有するもの及びエッジ部用ガス放出器Deのシャワープレート4として内径0.2mm $\phi$ のオリフィス孔360個を有するものを組み合せ使用した場合(パターン1)に於けるトータル流量(全流量)Qと、センターパート用の制御圧力 $PT_1$ とエッジ部用の制御圧力 $PT_2$ との関係を、流量比( $E/C = Q_2 / Q_1$ )をパラメータにして計算した数値をグラフ表示したものであり、例えば $Q_2 / Q_1 = 1$ で $Q = 1600, 1200, 800, 400$ 及び100SCCMとした場合、エッジ部側の制御圧力 $PI_2$ とセンターパート側の制御圧力 $PI_1$ との比 $PI_2 / PI_1$ の平均値は1.041となる。

[0052] 同様に、図4は、センターパート用ガス放出器Dcのシャワープレート3として内径0.2mm $\phi$ のオリフィス孔480個を有するもの及びエッジ部用ガス放出器Deのシャワープレート4として内径0.2mm $\phi$ のオリフィス孔476個を有するものを組み合せ使用した場合(パターン2)に於ける計算値をグラフ表示したものであり、例えば $Q_2 / Q_1 = 1$ で $Q = 1600, 1200, 800, 400$ 及び100SCCMとした場合、エッジ部側の制御圧力 $PI_2$ とセンターパート側の制御圧力 $PI_1$ との比 $PI_2 / PI_1$ の平均値は1.001となる。

[0053] 尚、表2及び表3は、図3及び図4に表示したパターン1及びパターン2に於ける各

流量比 $Q_2/Q_1$ と、エッジ部側制御圧力 $PI_2$ とセンター部側制御圧力 $PI_1$ との比 $PI_2/PI_1$ 関係を示す計算値をまとめたものである。例えば図3に於いて、使用するシャワープレート3、4の組み合せパターン1とし且つ流量比 $Q_2/Q_1$ を1とした場合にはエッジ部側の制御圧力 $PI_2$ とセンター部側の制御圧力 $PI_1$ との比 $PI_2/PI_1$ は計算上1.041となることを示している。

[0054] 以下、本願発明によるチャンバーへのガス分流供給方法について説明する。

図1及び図2を参照、通信制御回路CTに起動信号が入力されていない場合には、両開閉弁 $OV_1$ 、 $OV_2$ は全閉とされている。

[0055] 総流量QのガスGを所定の比率 $Q_2/Q_1$ （例えば $Q_2/Q_1 = 1/2$ ）で分流供給するためには、通信制御回路CTに、総流量Q及び各分岐ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ の末端に接続されているガス放出器Dc、Deのシャワープレート3、4の組み合せパターンと、所望の流量比 $Q_2/Q_1$ が入力される。また、各シャワープレート3、4と流量比 $Q_2/Q_1$ に対応する制御圧力比 $PI_2/PI_1$ が設定信号として入力される。

次に、通信制御回路CTは、与えられた総流量Qと流量比率 $Q_2/Q_1$ 及び設定圧力 $PI_1$ 、 $PI_2$ に基づいて分流制御対象及び非分流制御対象を決定し、非制御対象分岐供給ラインの開閉弁 $OV$ を開き、制御対象分岐供給ラインの開閉弁 $OV$ を閉じる。

[0056] 例えば、通信制御回路CTは、総流量Qが1200SCCM、シャワープレート3、4の組み合せパターンがパターン1、で且つ分流比 $Q_2/Q_1 = 1/2$ 、設定圧力 $PI_1$ 及び設定圧力 $PI_2$ を示す信号を受信すると、設定圧力 $PI_1$ 、 $PI_2$ のうち設定圧力が低く設定されている $PI_1$ に対応する分岐供給ライン $GL_1$ を、制御対象分岐供給ラインとし、残る一方の分岐供給ライン $GL_2$ は非制御分岐供給ラインとする。

[0057] 通信制御回路CTは、非制御対象分岐供給ライン $GL_2$ の開閉弁 $OV_2$ を開き、制御対象分岐供給ライン $GL_1$ の開閉弁 $OV_1$ を閉じる。

又、通信制御回路CTは、制御対象分岐供給ライン $GL_1$ の圧力センサー $PS_1$ により測定されて送られてきた圧力信号により、設定圧力 $PI_1$ と実際の圧力 $PT_1$ とを比較する。

[0058] 通信制御回路CTは、制御対象分岐供給ライン $GL_1$ の設定圧力 $PI_1$ と実際の圧力 $PT_1$ とを対比し、この差を減ずる方向に分流量制御器FVの開度を調整するよう信号を出す。

即ち、対比した結果、実際の圧力 $PT_1$  < 設定圧力 $PI_1$  の場合には、分流量制御器FVの開度を上げ、制御対象分岐ライン $PL_1$  の圧力を上昇させる。逆に対比した結果、実際の圧力 $PT_1$  > 設定圧力 $PI_1$  の場合には、分流量制御器FVの開度を下げ、制御対象分岐ライン $PL_1$  の圧力を下降させる。

[0059] 通信制御回路CTは、制御対象分岐供給ライン $GL_1$  の設定圧力 $PI_1$  と実際の圧力 $PT_1$  とを対比し、この差が無くなった場合又は予め設定された差の範囲に収束した場合には、分流量制御器FVの開度を保持し、これにより自動分流制御が完了する。  
即ち、ガス供給源Sからの所定流量Qの原料ガスGは、所定の流量比 $Q_1/Q_2$  に分流され、ガス放出器Dc、Deを通じてチャンバーC内のウェハーHへ供給されていく。

[0060] 尚、通信制御回路CTは、設定圧力 $PI_1$  と実際の圧力 $PT_1$  とを対比し、この差が無くなった場合又は予め設定された差の範囲に収束した場合には、分流量制御器FVの開度を保持し、これにより自動分流制御が完了するが、温度変化やその他の理由により、実際の圧力 $PT_1$  が変動し、設定圧力 $PI_1$  との差が予め設定された差の範囲を越えた場合には、通信制御回路CTは分流量制御器FVの開度の制御を再開する。

[0061] また、本実施態様では、通信制御回路CTに対し、電源・信号入力端子を介して起動信号、総流量Q、所望の流量比 $Q_2/Q_1$ 、シャワープレート3、4の組み合せパタン、設定圧力 $PL_1$ 、 $PL_2$  等が入力される構成としているが、通信制御回路CTが、前記総流量Qや流量比 $Q_2/Q_1$  等の信号と予め算出したデータとから、制御対象分岐供給ライン及びその設定圧力を決定する構成としても良い。

### 産業上の利用可能性

[0062] 本発明は、臨界圧力条件の下で流体を分流して供給するようにした装置へ適用することができる。例えば、半導体製造装置のチャンバーや化学品及び薬品の製造装置のチャンバーにおいて利用することができる。

## 請求の範囲

[1] 流量制御装置QCSを備えたガス供給設備1から所定流量QのガスGを複数の分岐供給ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ 及びその端末に固定したシャワープレート3、4を通して、チャンバーC内へ所定の流量比 $Q_1/Q_2$ もって分流供給する装置に於いて、前記ガス供給設備1とチャンバーCとの間に、前記複数の分岐供給ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ に夫々介設した開閉弁 $OV_1$ 、 $OV_2$ と、開閉弁 $OV_1$ の下流側にあって分岐供給ライン $GL_1$ から分岐したバイパスライン $BL_1$ と、開閉弁 $OV_2$ の下流側にあって分岐供給ライン $GL_2$ から分岐したバイパスライン $BL_2$ と、バイパスライン $BL_1$ とバイパスライン $BL_2$ に接続した圧力式分流量制御器FVと、分岐供給ライン $GL_1$ 内の圧力を測定する圧力センサー $PS_1$ と、分岐供給ライン $GL_2$ 内の圧力を測定する圧力センサー $PS_2$ とから成る分留制御装置2を介設したことを特徴とする、流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流供給装置。

[2] 所定の流量比 $Q_1/Q_2$ を達成するための分岐供給ライン $GL_1$ の設定圧力 $PI_1$ 又は分岐供給ライン $GL_2$ の設定圧力 $PI_2$ のうちの何れか一つの設定圧力と、これに対応する圧力センサー $PS_1$ 又は圧力センサー $PS_2$ により測定した分岐供給ライン $GL_1$ の実際の圧力 $PT_1$ 又は分岐供給ライン $GL_2$ の実際の圧力 $PT_2$ とを比較し、分岐供給ラインの実際の圧力と、所定の流量比 $Q_1/Q_2$ を達成するための設定圧力との差が減ずる方向に、圧力式分流量制御器FVの開度を制御する制御装置CTとを備えた請求項1に記載の流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流供給装置。

[3] 開閉弁 $OV_1$ と開閉弁 $OV_2$ を空気作動式の開閉弁とし、開閉弁 $OV_1$ と開閉弁 $OV_2$ の作動用空気を供給する切替弁SVを備えた請求項1又は請求項2に記載の流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流供給装置。

[4] 開閉弁 $OV_1$ と開閉弁 $OV_2$ を一体とした請求項1、請求項2又は請求項3に記載の流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流供給装置。

[5] 流量制御装置QCSに圧力式流量制御装置を用いた請求項1、請求項2、請求項3又は請求項4に記載の流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流供給装置。

[6] 流量制御装置QCSを備えたガス供給設備1から所定流量QのガスGを複数の分岐供給ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ 及びその端末に固定したシャワープレート3、4を通して、チャンバーC内へ所定の流量比 $Q_1/Q_2$ もって分流供給する方法であって、前記ガス供給設備1とチャンバーCとの間に、前記複数の分岐供給ライン $GL_1$ 、 $GL_2$ に夫々介設した開閉弁 $OV_1$ 、 $OV_2$ と、開閉弁 $OV_1$ の下流側にあって分岐供給ライン $GL_1$ から分岐したバイパスライン $BL_1$ と、開閉弁 $OV_2$ の下流側にあって分岐供給ライン $GL_2$ から分岐したバイパスライン $BL_2$ と、バイパスライン $BL_1$ とバイパスライン $BL_2$ に接続した圧力式分流量制御器FVと、分岐供給ライン $GL_1$ 内の圧力を測定する圧力センサー $PS_1$ と、分岐供給ライン $GL_2$ 内の圧力を測定する圧力センサー $PS_2$ とから成る分留制御装置2を介設すると共に、供給流量の大きい方の分岐供給ラインの開閉弁を開き、前記圧力式分流量制御器FVの開度を調整することにより、供給流量の多い方の分岐供給ラインからの供給流量の小さい方の分岐供給ラインへの流量を調整することにより、分岐供給ライン $GL_1$ 及び分岐供給ライン $GL_2$ の圧力を調整し、所望の分流流量 $Q_1$ 、 $Q_2$ もって前記チャンバーC内へ総量 $Q = Q_1 + Q_2$ のガスを分流供給することを特徴とする、流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流方法。

[7] 所定の流量比 $Q_1/Q_2$ を達成するための分岐供給ライン $GL_1$ の設定圧力 $PI_1$ 又は分岐供給ライン $GL_2$ の設定圧力 $PI_2$ のうちの何れか一つの設定圧力と、これに対応する圧力センサー $PS_1$ 又は圧力センサー $PS_2$ により測定した分岐供給ライン $GL_1$ の実際の圧力 $PT_1$ 又は分岐供給ライン $GL_2$ の実際の圧力 $PT_2$ とを比較し、分岐供給ラインの実際の圧力と、所定の流量比 $Q_1/Q_2$ を達成するための設定圧力との差が減ずる方向に、圧力式分流量制御器FVの開度を制御するようにした請求項6に記載の流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流供給方法。

[8] 開閉弁 $OV_1$ と開閉弁 $OV_2$ を空気作動式の開閉弁とし、開閉弁 $OV_1$ と開閉弁 $OV_2$ への作動用空気を供給する切替弁SVを介設し、切替弁SVにより供給流量の大きい方の分岐供給ラインの開閉弁を開くようにした請求項6又は請求項7に記載の流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流供給装置。

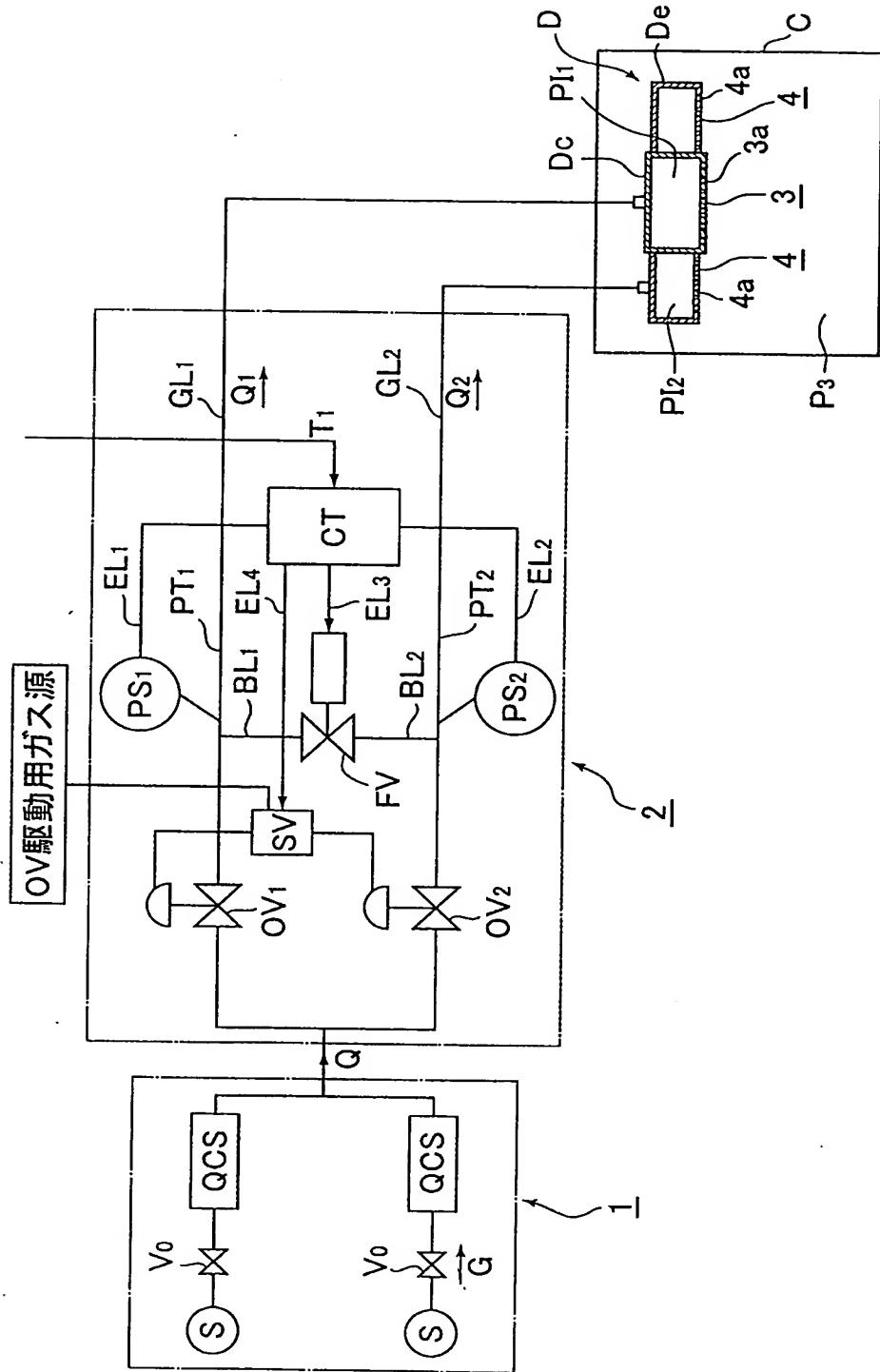
[9] 流量制御装置QCSに圧力式流量制御装置を用いるようにした請求項6、請求項7又は請求項8に記載の流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへの

ガス分流供給方法。

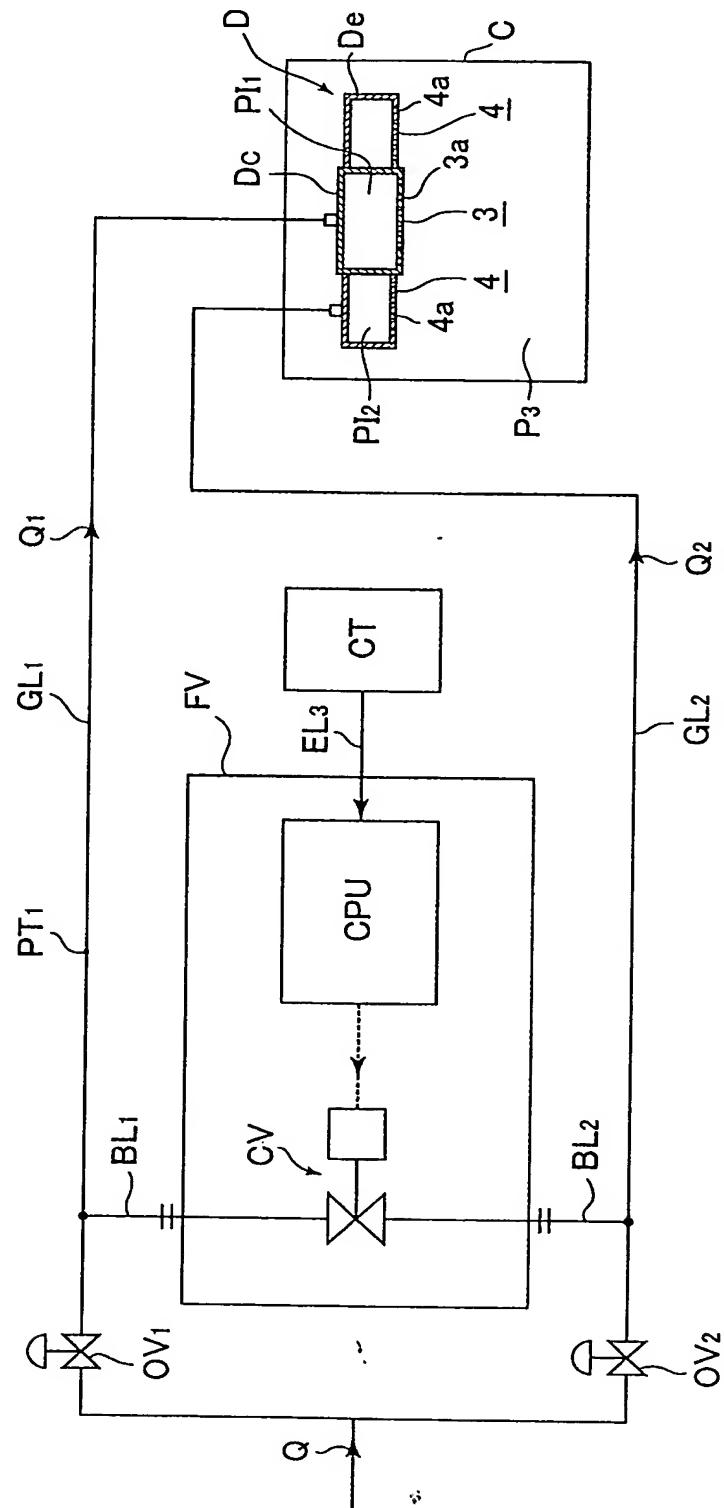
## 要 約 書

流量制御装置を備えたガス供給設備から所定流量 $Q$ の処理ガスを正確且つ迅速に、所望の流量比 $Q_1/Q_2$ でもってチャンバー内へ分流供給できるようにしたものである。そのために、本発明では、流量制御装置QCSを備えたガス供給設備1から所定流量 $Q$ のガスGをチャンバーへ供給するための複数の分岐供給ライン $GL_1, GL_2$ に、夫々開閉弁 $OV_1, OV_2$ を介設し、前記開閉弁 $OV_1$ の下流側にあって $GL_1$ から分岐したバイパスライン $BL_1$ と、開閉弁 $OV_2$ の下流側にあって $GL_2$ から分岐した $BL_2$ と、バイパスライン $BL_1$ とバイパスライン $BL_2$ に接続した圧力式分流量制御器FVと、分流供給ライン $GL_1$ 内の圧力を測定する圧力センサー $PS_1$ と、分流供給ライン $GL_2$ 内の圧力を測定する圧力センサー $PS_2$ を用い、分岐供給ライン $GL_1, GL_2$ の端末に固定したシャワープレート3、4を通して、所望の分流流量 $Q_1, Q_2$ でもって、チャンバーC内へ総量 $Q = Q_1 + Q_2$ のガスを分流供給する。

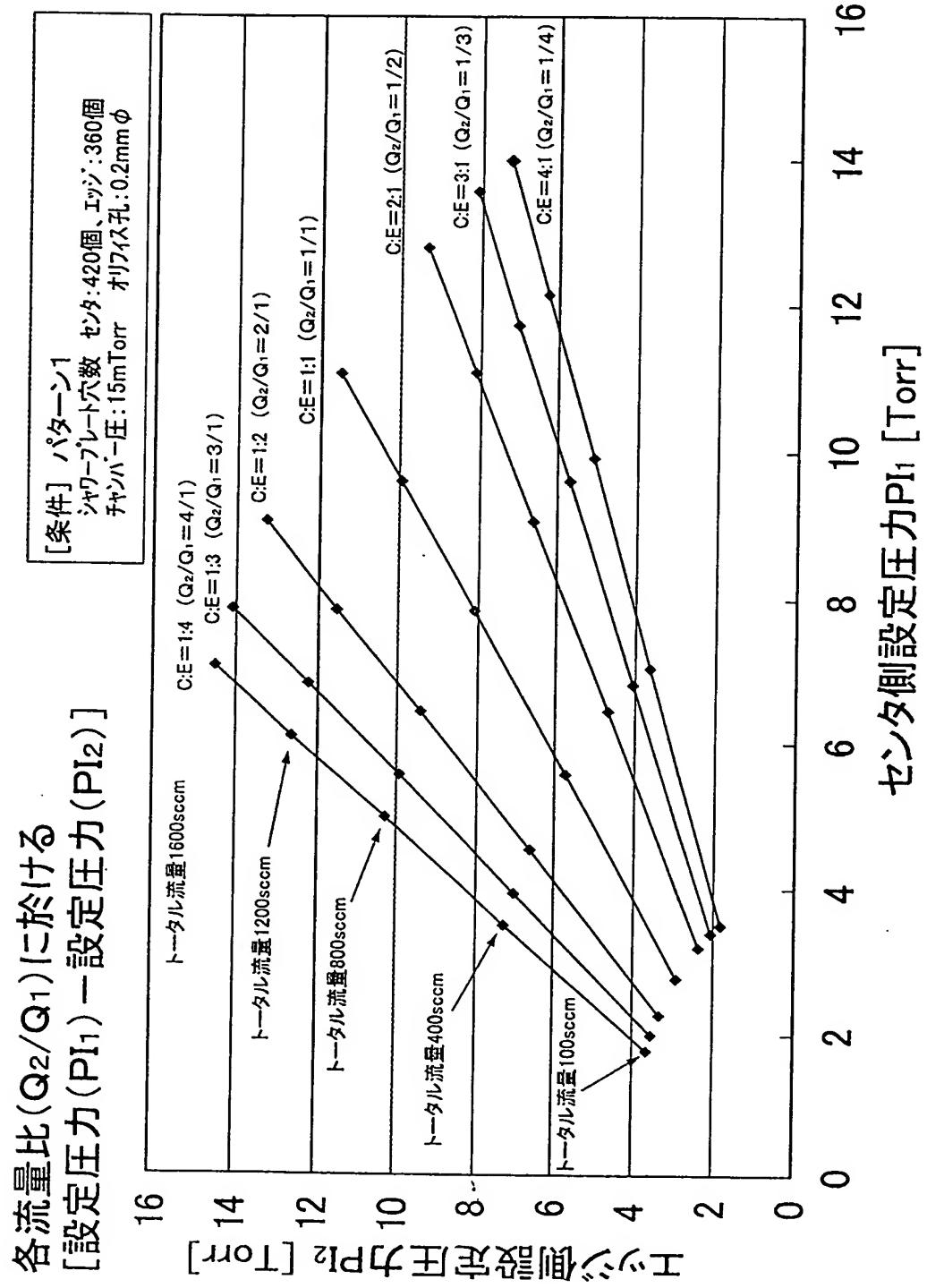
[図1]



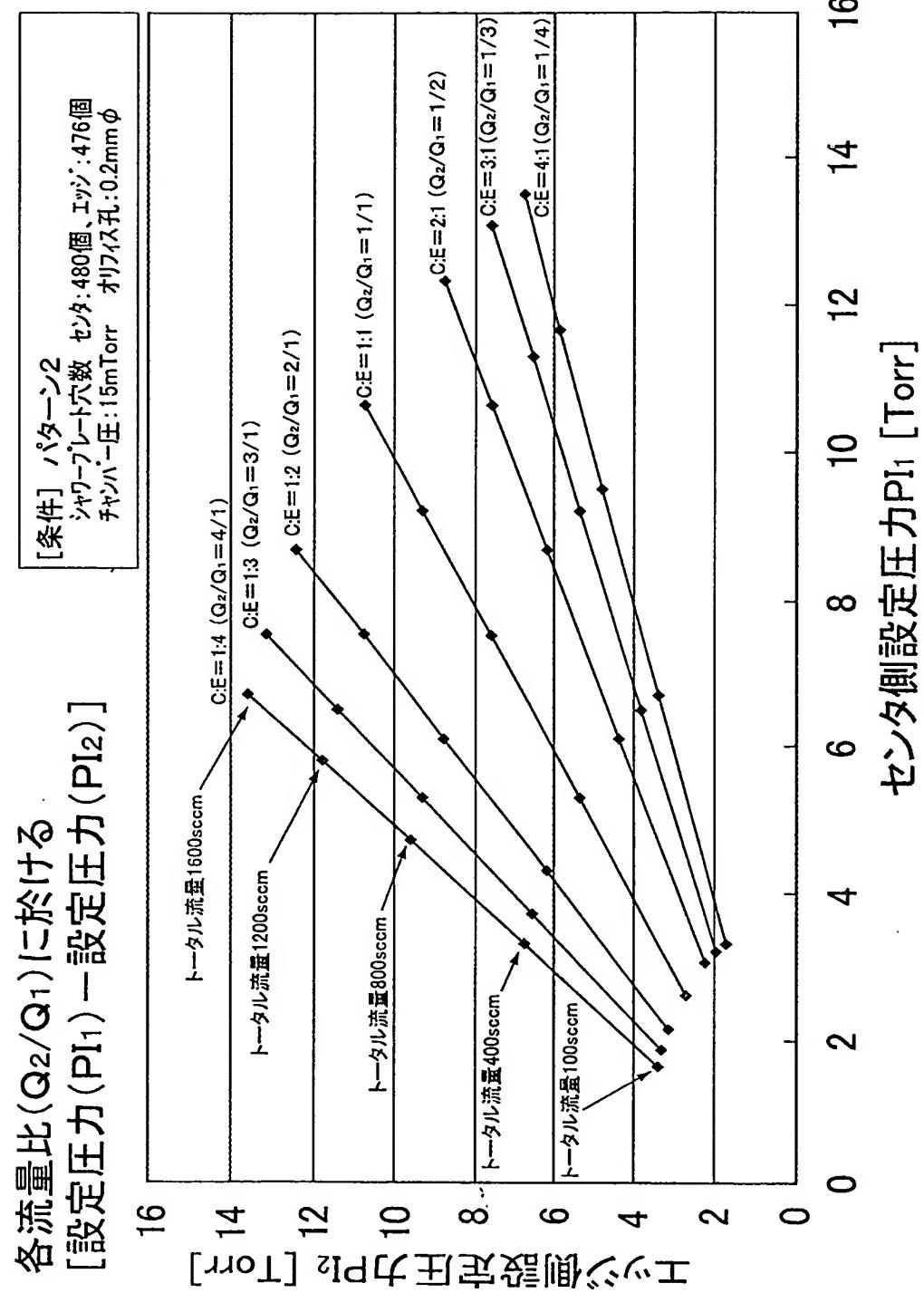
[図2]



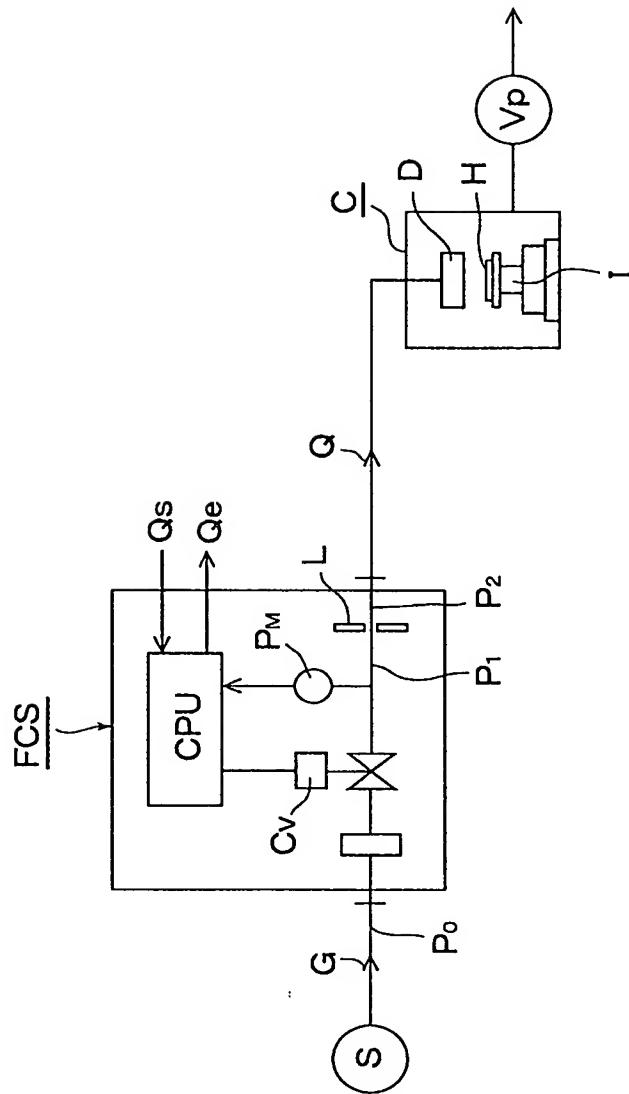
[図3]



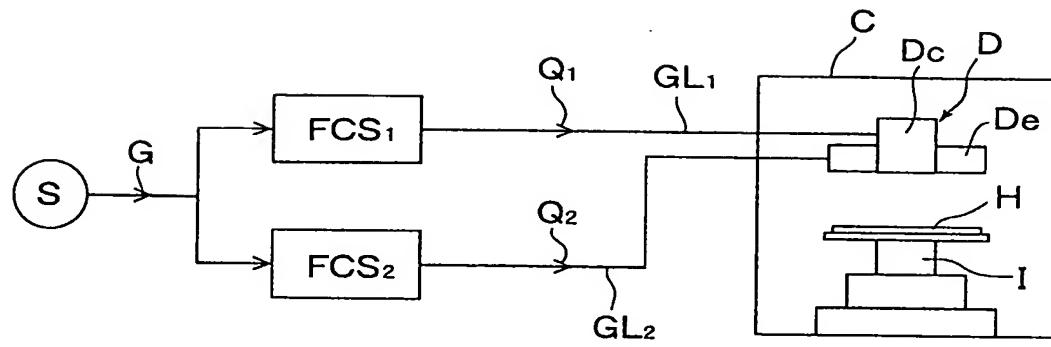
[図4]



[図5]



[図6]



[図7]

